

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-158559

(43)Date of publication of application : 15.06.1999

(51)Int.Cl.

C21D 9/56

C21D 1/74

C21D 1/76

(21)Application number : 09-326165

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 27.11.1997

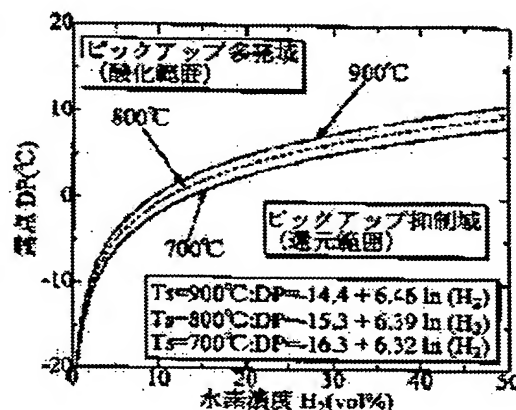
(72)Inventor : OKADA SEIJI

## (54) METHOD FOR CONTROLLING ATMOSPHERE IN CONTINUOUS ANNEALING FURNACE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a control method of the atmosphere in a continuous annealing furnace which prevents the pick-up therein.

SOLUTION: Dew point DP (° C) and hydrogen concn. H<sub>2</sub> (wt.%) of the atmosphere in a furnace and steel sheet temp. T<sub>s</sub> (° C) are measured and hydrogen flowing quantity is adjusted so as to satisfy the following inequality based on this measured value to control the atmosphere in the furnace.  $DP \leq A + B \times \ln(H_2)$  Whenin,  $A = -23.63 + 0.0103 \times T_s$ ,  $B = 5.587 + 0.0010 \times T_s$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-158559

(43)公開日 平成11年(1999)6月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>C 2 1 D 9/56  
1/74  
1/76

識別記号

1 0 1

F I

C 2 1 D 9/56  
1/74  
1/761 0 1 C  
H  
R  
U

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-326165

(22)出願日 平成9年(1997)11月27日

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 岡田 誠司

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金  
属工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 広瀬 章一

(54)【発明の名称】 連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法

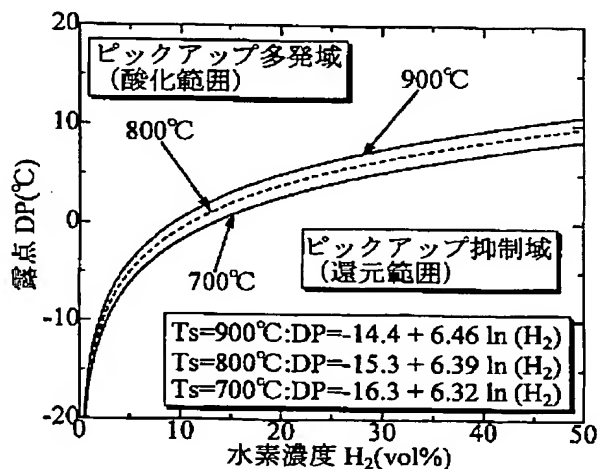
(57)【要約】

【課題】 連続焼鈍炉におけるピックアップを防止する  
連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法を提供する。【解決手段】 炉内雰囲気気の露点DP (°C) と水素濃度  
H<sub>2</sub> (重量%) ならびに鋼板温度T<sub>s</sub> (°C) を測定し、  
その測定値に基づいて下記の式を満足するように水素投入  
量を調整し、炉内雰囲気気を制御する。

$$DP \leq A + B \times \ln(H_2)$$

ただし、 $A = -23.63 + 0.0103 \times T_s$ 

$$B = 5.587 + 0.0010 \times T_s$$





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 連続焼鈍炉において炉内雰囲気露点と水素濃度を測定し、その測定値に基づいて水素投入量を調整することを特徴とする連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法。

$$DP \leq -14.4 + 6.462 \times 10^{-3} \ln(H_2) \quad \dots (1)$$

【請求項 3】 連続焼鈍炉において炉内雰囲気露点と水素濃度ならびに鋼板温度を測定し、その測定値に基づいて水素投入量を調整することを特徴とする連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法。

$$DP \leq A + B \times 10^{-3} \ln(H_2) \quad \dots (2)$$

ただし  $A = -23.63 + 0.0103 \times T_s$

$B = 5.587 + 0.0010 \times T_s$

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に鋼板の連続焼鈍炉におけるピックアップ防止のための連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】鋼板の連続焼鈍においては、製品の機械的特性（強度、延性、加工性）を得ることが主目的であるが、車の外装用鋼板等ではさらに表面の美観性を損なわないことも極めて重要である。

【0003】連続焼鈍炉で鋼板を連続焼鈍する場合、高温の酸化性あるいは還元性の雰囲気中を通板するが、鋼板を搬送するため炉の上下に設けられたハースロールの表面に鋼板のスケール等の酸化物が付着堆積し、いわゆるピックアップを形成する。

【0004】このピックアップは連続焼鈍時に発生する鋼板の表面疵の主原因であり、ハースロール上に堆積した酸化物は、鋼板がハースロール上を搬送される間に鋼板の表面に押し込まれ、表面疵になると考えられている。この表面疵の発生は鋼板の品質を低下させるとともに、時としてハースロールの手入れのため操業の停止を余儀なくする。そこで、鋼板の表面疵の原因となるピックアップの発生を防止するため、ハースロールの材質や炉内雰囲気等の種々の対策が提案されている。

【0005】例えば、特公昭 59-104434 号公報には、連続焼鈍炉内の全ゾーンにわたり炉内雰囲気露点を 0℃以下に保持してピックアップを防止する方法が提示されている。特公平 5-86449 号公報には、 $Cr_2O_3 - Al_2O_3$  固溶体を被覆し、耐ビルドアップ性（耐ピックアップ性）を高めたハースロールが提示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来から、ハースロールの材質や炉内雰囲気等の観点からピックアップの防止対策が検討されてきたが、十分に満足し得るものでない。

【0007】特公昭 59-104434 号公報に記載の

【請求項 2】 上記炉内雰囲気露点 DP (℃) と水素濃度  $H_2$  (重量%) が下記の (1) 式を満足するように操業することを特徴とする請求項 1 に記載の連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法。

【請求項 4】 上記炉内雰囲気露点 DP (℃) と水素濃度  $H_2$  (重量%) ならびに鋼板温度  $T_s$  (℃) が下記の (2) 式を満足するように操業することを特徴とする

10 請求項 3 に記載の連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法。

方法は、同公報に例示されている AX ガス（水素 75%、窒素 25%）等の高濃度の水素ガスを用いる場合にはピックアップを防止できる。すなわち、ステンレス鋼のように表面に強固な酸化皮膜が生成されやすい鋼種では光輝焼鈍時に AX ガス等の高濃度の水素ガスを用いるので、同公報に記載の「露点を 0℃以下とする」条件でピックアップの防止が可能となる。ところが、炭素鋼の連続焼鈍では、コストおよび品質の面から水素濃度は数%～10 数%で操業されており、この場合、「露点を 0℃以下とする」条件での管理ではピックアップ防止が不十分で露点をさらに下げる必要があることが分かった。すなわち、水素濃度が低い場合には、「露点を 0℃以下にする」という同公報に記載の条件は、ピックアップ防止のための必ずしも十分な条件でなく、ピックアップの発生の恐れがある。

【0008】特公平 5-86449 号公報等に記載の耐ピックアップ性を改善したハースロールは、従来のハースロールに比べピックアップの抑制に効果があるが、溶射処理等のためのコスト増の問題があり、またピックアップの防止も十分に満足し得るものでない。本発明の目的は、上記従来の課題を解決する連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】連続焼鈍炉には窒素等の不活性ガスに水素等の還元性ガスを混合したものが投入されるが、前処理が不十分な鋼板表面の酸化物の還元による水蒸気の生成、あるいは炉の開口部から進入する大気中の酸素の燃焼による水蒸気の生成、または大気中の水分の進入により、炉内雰囲気ガスの主成分は窒素、水素および水蒸気の 3 種類になる。また炉内には酸素も存在するが、数 ppm 程度の極微量であるため酸化にはほとんど寄与しない。したがって、鋼板の表面では水蒸気による酸化反応と水素による還元反応が同時に進行し、またそれぞれの反応速度は鋼板温度の影響を受けると考えられる。このようなことから、ピックアップの発生に影響する鋼板の酸化・還元反応は、水素濃度、水蒸気濃度および鋼板温度によって決定され、水素濃度ならびに水蒸気濃度と相関のある露点および鋼板温度を計測し、炉内雰囲気を適正に制御することによりピックアップの



発生を抑制することができると考えられる。

【0010】本発明者は、上記の基礎的考察に基づき、炉内雰囲気および鋼板温度とピックアップ発生との関係を調査するため、炭素鋼の薄板を用いて連続焼鈍試験をおこなった。

【0011】図1は、ピックアップの発生に及ぼす露点、水素濃度および鋼板温度の影響を示すグラフで、ピックアップの発生までの時間が600時間以上の条件を整理した試験結果である。図1より以下のことが明らかとなった。

【0012】(a) ピックアップの発生は、露点と水素濃度の影響が大きく、さらに、鋼板温度も影響する。

(b) ピックアップの発生条件は、露点、水素濃度および鋼板温度で整理できる。

$$DP \leq -14.4 + 6.462 \times \ln(H_2) \quad \dots (1)$$

(3) 連続焼鈍炉において炉内雰囲気中の露点と水素濃度ならびに鋼板温度を測定し、その測定値に基づいて水素投入量を調整することを特徴とする連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法。

【0017】(4) 上記炉内雰囲気中の露点DP (°C) と水

$$DP \leq A + B \times \ln(H_2) \quad \dots (2)$$

ただし  $A = -23.63 + 0.0103 \times T_s$

$B = 5.587 + 0.0010 \times T_s$

【0019】

【発明の実施の形態】図2は、本発明を実現する連続焼鈍炉の加熱帯の例を模式的に示す縦断面図である。

【0020】図2に示すように加熱帯1は、ガス測定孔2に接続した水素濃度計3および露点計4、ならびに炉出口5の近傍に鋼板温度計6を備え、炉内雰囲気等の測定結果に基づき炉内雰囲気を制御する雰囲気制御装置7を設けており、炉入口8から進入した鋼板9は、加熱され、ハースロール10を経由して炉出口5から抽出される。

【0021】炉内雰囲気ガスは、水素と窒素の混合ガスで、調整弁11により水素と窒素のガス量が調整されガス投入孔12から投入される。本発明は、炉内雰囲気中の露点と水素濃度をオンライン測定し、その測定値に基づいて水素投入量を調整し、炉内雰囲気を制御することを特徴とする。

$$DP \leq -14.4 + 6.462 \times \ln(H_2) \quad (1)$$

図1に示すように、露点と水素濃度の関係が上記式を満足しないときには、ピックアップが発生する。しかし、水素濃度を高めるための過剰な量の水素投入は、コストアップの問題を招く。したがって、水素濃度は、(1)式の等号で求まる水素濃度を限界水素濃度とすると、炉内雰囲気ガスの水素濃度はこの限界水素濃度を目標に制御することが望ましい。

【0025】本発明の別の方法は、炉内雰囲気中の露点と水素濃度ならびに鋼板温度を測定し、その測定値に基づいて水素投入量を調整することを特徴とする。前述の水

【0013】したがって、露点に応じて炉内の水素濃度を調整することによりピックアップの防止が可能となり、さらに鋼板温度も考慮して水素濃度を調整することにより一層効果的にピックアップの防止が可能となる。

【0014】本発明は、上記知見に基づくもので、その要旨は以下の(1)～(4)のとおりである。

(1) 連続焼鈍炉において炉内雰囲気中の露点と水素濃度を測定し、その測定値に基づいて水素投入量を調整することを特徴とする連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法。

【0015】(2) 上記炉内雰囲気中の露点DP (°C) と水素濃度H<sub>2</sub> (重量%) が下記の(1)式を満足するように操作することを特徴とする上記(1)項に記載の連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法。

【0016】

水素濃度H<sub>2</sub> (重量%) ならびに鋼板温度T<sub>s</sub> (°C) が下記の(2)式を満足するように操作することを特徴とする上記(3)項に記載の連続焼鈍炉の炉内雰囲気制御方法。

【0018】

【0022】図2に示す水素濃度計3と露点計4で炉内雰囲気ガスの水素濃度および露点を計測し、この測定値を雰囲気制御装置7に入力してピックアップに対する炉内雰囲気の状態を判定し、調整弁11で水素投入量および窒素投入量を操作して、炉内雰囲気を制御する。すなわち、計測結果より、ピックアップが発生すると判定された場合には、水素投入量を増やし、窒素投入量を減らして水素濃度を高め、ピックアップが発生しないと判定された場合には、水素投入量を減らし、窒素投入量を増やして水素濃度を下げることにより、炉内雰囲気の制御をおこなう。なお、水素濃度および露点の計測ならびに水素と窒素の投入量変更のタイミングは、常時でも一定時間ごとでも良い。

【0023】本発明の好適態様は、露点DP (°C) と水素濃度H<sub>2</sub> (重量%) が下記の(1)式の条件を満足するように水素濃度を制御することを特徴とする。

【0024】

水素濃度および露点の測定に加え、図2に示す鋼板温度計6で鋼板温度を測定し、これらの測定値を雰囲気制御装置7に入力してピックアップに対する炉内雰囲気の状態を判定し、調整弁11で水素投入量および窒素投入量を操作して、炉内雰囲気を制御する。すなわち、露点、水素濃度および鋼板温度の測定結果より、ピックアップの発生を判定し、前記と同様に水素投入量および窒素投入量を操作しピックアップを防止する。鋼板温度の測定は、通常、鋼板温度が最も高くなり測定が容易である炉出口でおこなわれるが、炉中でも良い。なお、上記の計



測ならびに水素および窒素の投入量の変更のタイミングは、前記と同様におこなう。

【0026】図1に示すように、ピックアップの発生は、鋼板温度も影響しており、露点および水素濃度に加えて鋼板温度も考慮することにより、より高精度の制御が可能となる。

$$DP \leq A + B \times \ln(H_2) \quad \dots (2)$$

ただし  $A = -23.63 + 0.0103 \times T_s$

$B = 5.587 + 0.0010 \times T_s$

露点と水素濃度と鋼板温度の関係が上記式を満足しないときは、ピックアップが発生する。しかし、水素濃度を高めるための過剰な量の水素投入は、コストアップの問題を招く。したがって、水素濃度は、(2)式の等号で求まる限界水素濃度を目標に制御することが望ましい。また、連続焼鈍炉は加熱帯と均熱帯を有しており、本発明の方法は均熱帯にも適用できる。

【0027】本発明の別の好適態様は、露点DP(℃)と水素濃度H<sub>2</sub>(重量%)と鋼板温度T<sub>s</sub>(℃)が下記の式を満足するように水素濃度を制御することを特徴とする。

【0028】

【0029】

【実施例】図2に示す加熱帯を有する連続焼鈍炉を用い、表1の4通りの雰囲気制御方法にて鋼板の連続焼鈍試験をおこない、連続焼鈍後における鋼板の表面疵の発生有無で、加熱帯に設置したハースロールのピックアップ発生までの時間を調査した。表2に加熱帯の主仕様、表3に焼鈍条件を示す。

【0030】

【表1】

区分		測定項目 (○有り、×無し)			制御方法	制御式
		露点	水素濃度	鋼板抽出温度		
本発明例	1	○	○	×	炉内雰囲気制御	(1)式
	2	○	○	○	炉内雰囲気制御	(2)式
従来例	1	○	×	×	露点制御 (-5℃)	
	2	×	×	×	無制御	

【0031】

【表2】

項 目		仕 様
ライン速度		220m/分
焼鈍対象材	材質	炭素鋼
	寸法	厚: 2.0~0.5mm
		幅: 1550~900mm
炉内雰囲気	雰囲気ガス	水素-窒素
	炉内圧力	10~15mmAq
加熱温度		830℃
ハースロール	材質	サーメット系溶射ロール
	寸法	直径 700~800mm
	本数	7

【0032】

【表3】

項 目		条 件
焼鈍対象材	材質	極低炭素鋼 (C: 0.002wt%)
	寸法	厚1.0mm×幅1224mm
炉内雰囲気	平均水素濃度	5%
	平均露点	-5℃
平均鋼板温度		820℃

【0033】表1に示すように、本発明例1は露点と水素濃度を測定し、本発明例2はさらに鋼板温度を測定し、それぞれ(1)式または(2)式より求まる限界水素濃度となるように水素濃度を操作し炉内雰囲気を制御した。なお、従来例1は露点を-5℃に制御し、従来例2は無制御でおこなった。表4に試験結果を示す。

【0034】

【表4】

区 分		ピックアップ発生までの時間 (Hr)
本発明例	1	500~600
	2	600~700
従来例	1	300~400
	2	250~350



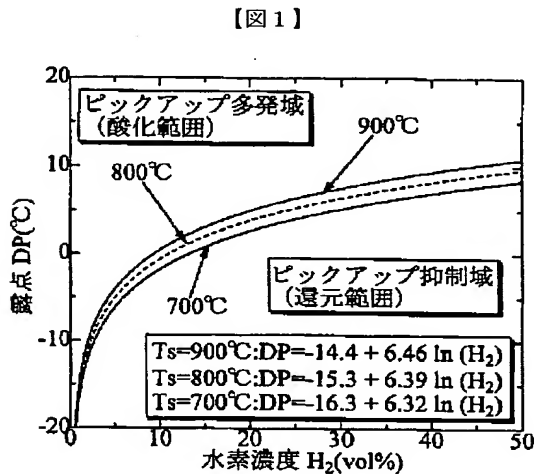
【0035】表4に示すように、ピックアップ発生までの時間は、本発明例1が500～600時間、本発明例2で600～700時間であり、従来例1および2に比べ大幅に増加した。特に、露点と水素濃度に加え、鋼板温度を考慮した本発明例2は、極めて良好な結果を得た。また、水素使用量も従来と同程度であり問題なかった。

#### 【0036】

【発明の効果】露点、水素濃度および鋼板温度の測定に基づく水素濃度の調整による炉内雰囲気制御にてピックアップの発生防止が可能となった。また、水素濃度を最適化することで使用量を抑えることが可能となった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ピックアップの発生に及ぼす露点、水素濃度および鋼板温度の影響を示すグラフである。



【図2】本発明を実現する連続焼鈍炉の加熱帯の例を模式的に示す縦断面図である。

#### 【符号の説明】

- 1 加熱帯
- 2 ガス測定孔
- 3 水素濃度計
- 4 露点計
- 5 炉出口
- 6 鋼板温度計
- 7 雰囲気制御装置
- 8 炉入口
- 9 鋼板
- 10 ハースロール
- 11 調整弁
- 12 ガス投入孔

